

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 2003-029116
 (43)Date of publication of application : 29.01.2003

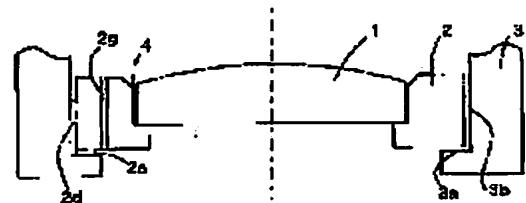
(51)Int.Cl. G02B 7/02
 G03F 7/20
 H01L 21/027

(21)Application number : 2001-213676 (71)Applicant : CANON INC
 (22)Date of filing : 13.07.2001 (72)Inventor : OGAWA MASAHIKO

(54) LENS-HOLDING DEVICE AND PROJECTION EXPOSURE DEVICE INCORPORATING THE SAME

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a lens-holding device, by which highly accurate optical performance is maintained over a long period of time by restraining stress applied to a lens member out of the stress excessively applied to a lens barrel and the stress caused between the lens barrel and a lens-holding member to a minimum, by using the lens-holding member to suppress the gravity deformation of the lens-holding member in the lens holding device, in which the lens member is held by the lens-holding member and the lens-holding member is held by the lens barrel, and to provide a projection exposure device incorporating the lens-holding device.



SOLUTION: The lens-holding device is provided with the lens-holding member for holding the lens member and the lens barrel for holding the lens holding member. A space is formed between a lens-receiving part to hold the lens member and a lens barrel holding part held by the lens barrel in the lens-holding member, to suppress the gravity deformation of the lens member. Stresses, applied from the lens barrel in the direction of the lens member are relaxed by the space of the lens-holding member.

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2003-29116

(P2003-29116A)

(43)公開日 平成15年1月29日(2003.1.29)

(51)Int. C1.7

G02B 7/02

識別記号

F I

テマコード*(参考)

G02B 7/02

E 2H044

G03F 7/20 521

H01L 21/027

審査請求 未請求 請求項の数6

G03F 7/20 521

H01L 21/30 515 D

(全7頁)

(21)出願番号 特願2001-213676(P2001-213676)

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(22)出願日 平成13年7月13日(2001.7.13)

(72)発明者 小川 正彦

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

(74)代理人 100066061

弁理士 丹羽 宏之 (外1名)

F ターム(参考) 2H044 AA02 AE01 AJ01 AJ05 AJ06

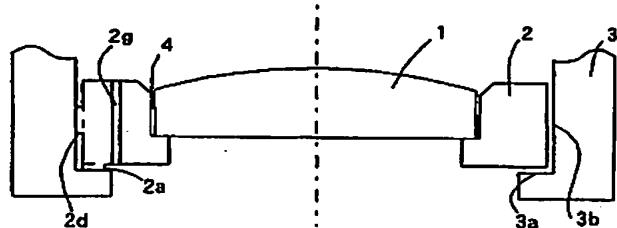
5F046 BA03 CB12 CB20 CB26

(54)【発明の名称】レンズ保持装置、およびレンズ保持装置を組み込んだ投影露光装置

(57)【要約】

【課題】レンズ部材をレンズ保持部材にレンズ保持部材を鏡筒に保持するレンズ保持装置において、レンズ部材の自重変形を押さえることのできるレンズ保持部材を用いて、鏡筒に過大な応力が印加されたり、鏡筒とレンズ保持部材との間で発生する応力に対して、レンズ部材に与える応力を最小限に押さえることができ、高精度の光学性能が長期に亘って維持することができるレンズ保持装置及び前記レンズ保持装置が組み込まれた投影露光装置を提供すること。

【解決手段】レンズ保持装置には、レンズ部材を保持するレンズ保持部材とレンズ保持部材を保持する鏡筒を備え、レンズ部材の自重変形を押さえることのできるレンズ保持部材は、レンズ部材を保持するレンズ受部と鏡筒に保持される鏡筒保持部との間に空間が形成され、鏡筒からレンズ部材方向に加えられる応力に対して、前記レンズ保持部材の空間にて応力を緩和する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 少なくとも一つのレンズ部材を保持部材に保持してなるレンズ保持装置において、該レンズ保持装置には、レンズ部材を保持するレンズ保持部材とレンズ保持部材を保持する鏡筒を備え、前記レンズ保持部材は、レンズ部材を保持するレンズ受部と鏡筒に保持される鏡筒保持部との間に空間が形成され、該レンズ受部は、レンズ部材を全周で保持可能とし、且つレンズ受部の平面度をレンズ部材を3点で保持した時に発生する自重変形量以下に加工可能な剛性が保てるレンズ保持部材であり、鏡筒からレンズ部材方向に加えられる応力に対して、レンズ保持部材のレンズ受部と鏡筒保持部間に設けられた空間にて応力を緩和することを特徴とするレンズ保持装置。

【請求項2】 前記レンズ保持部材のレンズ受部と鏡筒保持部間に形成されている空間は、縁切状の溝形状であることを特徴とする請求項1記載のレンズ保持装置。

【請求項3】 前記レンズ保持部材は前期鏡筒に対して、嵌合によって位置決め保持されていることを特徴とする請求項1記載のレンズ保持装置。

【請求項4】 前記レンズ保持部材と前記鏡筒とは異なった線膨張係数の材質からなることを特徴とする請求項1記載のレンズ保持装置。

【請求項5】 前記レンズ保持装置に形成されている縁切状の溝形状は、レンズ受部と鏡筒保持部との間に複数列形成されていることを特徴とする請求項2記載のレンズ保持装置。

【請求項6】 マスクのパターンを基板上に投影するための投影光学系と、該投影光学系を構成する少なくとも一つのレンズ部材をレンズ保持部材に保持してなるレンズ保持装置を有する投影露光装置において、該レンズ保持装置には、レンズ部材を保持するレンズ保持部材とレンズ保持部材を保持する鏡筒を備え、前記レンズ保持部材は、レンズ部材を保持するレンズ受部と鏡筒に保持される鏡筒保持部との間に空間が形成され、該レンズ受部は、レンズ部材を全周で保持可能とし、且つレンズ受部の平面度をレンズ部材を3点で保持した時に発生する自重変形量以下に加工可能な剛性が保てるレンズ保持部材であり、鏡筒からレンズ部材方向に加えられる応力に対して、レンズ保持部材のレンズ受部と鏡筒保持部間に設けられた空間にて応力を緩和することを特徴とするレンズ保持装置を組み込んだ投影露光装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、レンズを保持するレンズ保持装置、例えば、半導体露光装置に使用される投影レンズのレンズ保持装置、およびレンズ保持装置を組み込んだ投影露光装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来、レンズ保持装置、特に半導体露光

装置用に使用する投影レンズのレンズを保持する鏡筒では、レンズを保持するレンズ保持部材とレンズ保持部材を保持する鏡筒にて構成されている。前記鏡筒に温度や外力によって応力が加わると、前記レンズ保持部材を通してレンズに応力を伝えてレンズに歪みを発生させる。このようなレンズの歪みは、レンズ鏡筒としての光学性能を悪化させてしまう。

【0003】 そこで、特開平11-84199号公報では、鏡筒に過大な応力を与えることのない鏡筒を支持する鏡筒支持機構が開示されている。また、U.S.P. Number 5, 428, 482では、レンズ部材に与える応力を緩和できるレンズ保持機構が開示されている。

【0004】 上記特開平11-84199号公報が示す機構では、図8に示すように、鏡筒81と鏡筒支持台82との間に介装される一体に形成されたリングアダプター83を備え、リングアダプター83には、鏡筒81が光軸方向に貫通する貫通孔83aと、貫通孔83aに貫通された鏡筒81に対して取付けられるための雌ねじ83bと、鏡筒支持台82に対して取付けられるための貫通孔83cとが形成され、雌ねじ83bと貫通孔83cとが互いに鏡筒81の周方向に離れて配置され、鏡筒支持台82から鏡筒81に加えられる鏡筒81の放射方向の応力をアダプター83の変形によって緩和する機構となっている。例えば、装置の輸送中等における装置の温度変化に起因して熱膨張による各部の寸法ずれが発生した場合に、アダプター83の変形によって寸法のずれを吸収し、鏡筒81への過大な応力の印加が防止できる。

【0005】 また、U.S.P. Number 5, 428, 482が示す機構では、図9が示すように鏡筒なるレンズ保持部材91には、外周リング部92と内周リング部93との間に薄肉部94を介して溝部95が構成されている。レンズ部材は、内周側リング部93上に保持される。鏡筒なるレンズ保持部材91は、連結穴96を利用してボルト締結されるが、外周側リング部92に対して内周側リング部93の屈曲性によって、締結等による発生する応力のレンズ部材への印加を防止する。

【0006】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来例で示す図8のような鏡筒支持機構では、鏡筒支持台と鏡筒の間で発生する応力を緩和させることはできるが、鏡筒と鏡筒内部のレンズとの間に発生する応力を緩和させることはできないといった問題があった。鏡筒と鏡筒内部に構成されるレンズ保持部材を異なる材質で作成した場合、鏡筒周りの雰囲気温度変化によって、鏡筒支持台と鏡筒の材質相違による線膨張係数差によって発生する応力を緩和させることができると、鏡筒と鏡筒内部でレンズを保持するレンズ保持部材の材質相違による線膨張係数差によって発生する応力を緩和させることはできないといった問題があった。このような応力は、特に鏡筒内のレンズに直接応力を与え、レンズに歪みを発

生させ、投影光学系としての光学性能を悪化させる主要因となる。

【0007】また、図9のような鏡筒なるレンズ保持装置では、レンズを保持する内周側リング部の平面度を精度良く加工できる剛性がとれない。通常レンズ保持部材は、レンズ保持状態を長期に亘って安定して保持しなければならないため、剛性の高い鉄や真鍮等の金属材質が使用される。しかし、このような金属材質を使用したとしても図9のようにレンズ保持部材の全周に溝部が形成され、溝部を介した内周側リング部でレンズ部材を保持する構造では、レンズ保持部となる内周側リング部の剛性が確保できない。よって、レンズ部材はレンズ保持部材に対して物理的に安定する3点で保持されるような形になり、レンズ部材は自重によって変形するところまで変形してしまう。近年半導体露光装置に使用する投影光学系では、より高い解像度を達成するために開口数を大きくすることが要求され、そのため投影光学系を構成する各レンズ部材も大きくなっているため、各レンズ部材の自重変形量も大きくなつて、その結像性能に対する悪影響も大きくなりつつある。レンズ部材がレンズ保持部材に対して3点で保持されることにより、オムスピ形状のレンズ自重変形が発生し、投影光学系としての光学性能を悪化させてしまうといった問題があった。

【0008】本発明の目的は、レンズ部材をレンズ保持部材にレンズ保持部材を鏡筒に保持するレンズ保持装置であり、レンズ部材の自重変形を押さえることのできるレンズ保持部材を用いて、鏡筒に過大な応力が印加されたり、鏡筒と鏡筒内部のレンズ保持部材との間で発生する応力に対して、レンズ部材に与える応力を最小限に押さえることができ、高精度の光学性能が長期に亘って維持することのできるレンズ保持装置を提供することにある。さらには、前記長期に亘って高精度な光学性能を維持することのできるレンズ保持装置が組み込まれた投影露光装置を提供することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段および作用】本発明は、上記目的を達成するため下記の(1)～(6)の構成を備えるものである。

【0010】(1)少なくとも一つのレンズ部材を保持部材に保持してなるレンズ保持装置において、該レンズ保持装置には、レンズ部材を保持するレンズ保持部材とレンズ保持部材を保持する鏡筒を備え、前記レンズ保持部材は、レンズ部材を保持するレンズ受部と鏡筒に保持される鏡筒保持部との間に空間が形成され、該レンズ受部は、レンズ部材を全周で保持可能とし、且つレンズ受部の平面度をレンズ部材を3点で保持した時に発生する自重変形量以下に加工可能な剛性が保てるレンズ保持部材であり、鏡筒からレンズ部材方向に加えられる応力に対して、レンズ保持部材のレンズ受部と鏡筒保持部間に設けられた空間にて応力を緩和することを特徴とする。

【0011】上記構成において、平面度精度の良いレンズ受部に加工されたレンズ保持部材にてレンズ部材を全周で保持することによりレンズ部材の自重変形を押さえることができ、また、鏡筒保持部からレンズ受部に与える応力をレンズ保持部材に形成されている空間にて緩和することによりレンズ部材に過大な応力を印加させ光学性能を悪化させることを防ぐことができる。

【0012】(2)前記レンズ保持部材に形成されている空間は、縁切状の溝型状であることを特徴とする。

10 【0013】上記構成において、レンズ保持部材に縁切状の溝型状空間を形成することによって、レンズ保持部材のレンズ光軸方向に対する剛性を保ったままレンズに与える応力を緩和することができる。

【0014】(3)前記レンズ保持部材は前期鏡筒に対して、嵌合によって位置決め保持されていることを特徴とする。

【0015】上記構成において、鏡筒に対するレンズ保持部材の位置決めを容易にすることができる。

20 【0016】(4)前記レンズ保持部材と前記鏡筒とは異なる線膨張係数の材質からなることを特徴とする。

【0017】上記構成において、レンズ保持部材と鏡筒の材質を一致させる必要がないため、互いに異なる選択ができる、設計の自由度を大きくとることができる。

【0018】(5)前記レンズ保持装置に形成されている縁切状の溝形状は、レンズ受部と鏡筒保持部との間に複数列形成されていることを特徴とする特徴とする。

【0019】上記構成において、レンズ保持部材に縁切状の溝形状を複数列形成することによって、レンズ受部と鏡筒保持部との間に少なくとも一列の縁切状の溝形状を形成することができ、レンズ部材の全周に対して確実に応力緩和を行うことができる。

30 【0020】(6)マスクのパターンを基板上に投影するための投影光学系と、該投影光学系を構成する少なくとも一つのレンズ部材をレンズ保持部材に保持してなるレンズ保持装置を有する投影露光装置において、該レンズ保持装置には、レンズ部材を保持するレンズ保持部材とレンズ保持部材を保持する鏡筒を備え、前記レンズ保持部材は、レンズ部材を保持するレンズ受部と鏡筒に保持される鏡筒保持部との間に空間が形成され、該レンズ受部は、レンズ部材を全周で保持可能とし、且つレンズ受部の平面度をレンズ部材を3点で保持した時に発生する自重変形量以下に加工可能な剛性が保てるレンズ保持部材であり、鏡筒からレンズ部材方向に加えられる応力に対して、レンズ保持部材のレンズ受部と鏡筒保持部間に設けられた空間にて応力を緩和することを特徴とするレンズ保持装置を備えることを特徴とする。

【0021】

【発明の実施の形態】(第1の実施例)本発明の第1実施例を図1および図2に基づいて説明する。図1は、第1の実施例の特徴を最もよく表すレンズ保持装置の断面

図であり、図2は、同レンズ保持装置の平面図である。図1及び図2では、レンズ部材1がレンズ保持部材2に保持され、レンズ保持部材2が鏡筒3に保持されている状態を示している。

【0022】レンズ部材1は、接着剤又は充填剤4によりレンズ保持部材2に確実に固定される。また、レンズ保持部材2は、鏡筒3の受部3a及び内径部3bに対して、レンズ保持部材2の2a～2c部で受けられ、2d～2f部で嵌合位置決めされるようになっている。(以後、鏡筒受部2a～2c、鏡筒嵌合部2d～2fとする。)つまり、レンズ部材1と一体になったレンズ保持部材2は、鏡筒3に対して不図示押さえ環等によって鏡筒受部2a～2c上を押さえ付けることにより、光軸方向に拘束され、鏡筒嵌合部2d～2fと鏡筒3の内径と嵌合することにより、光軸と直行方向に拘束されるような構造となっている。

【0023】次にレンズ部材1がレンズ保持部材2に保持される構造及びレンズ保持部材2が鏡筒3に保持される構造の詳細について説明する。

【0024】まず、レンズ部材1は、レンズ保持部材2のレンズ受部2xにて保持される。レンズ受部2xは、レンズ部材1の自重変形を押さえるために、平面度の精度を良く加工されている。具体的には、平面度が0.2～0.3μm以下の加工が施されている。近年半導体露光装置に使用する投影光学系では、より高い解像度を達成するために開口数を大きくすることが要求され、そのため投影光学系を構成する各レンズ部材も大きくなっている。例えば、エキシマレーザー露光装置のレンズ部材の哨材として用いられる石英レンズの場合で120°ピッチで3点保持した時のレンズのオムスピ変形量を求めてみる。レンズ外径φ279mm、レンズ中心厚28mm、R1:913mm、R2:1010mmの両凸レンズがあったとすると、レンズ部材のオムスピ変形量は、φ270mm付近で約0.337μm発生してしまう。このレンズ自重変形量は、より高い解像度を達成させようとしている投影光学系のレンズとして無視できない量となってきている。そこで、レンズ受部2xの平面度をレンズの自重変形量以下にすることにより、レンズ部材1の変形を押さえることが可能となる。

【0025】次にレンズ保持部材2が鏡筒3に保持される構造として、図2よりレンズ保持部材2の鏡筒受部2a～2cと鏡筒嵌合部2d～2fは、レンズ保持部材2の中で3ヶ所に配置されている。この3ヶ所は120°ピッチ等分で配置されている。3ヶ所でレンズ保持部材2を鏡筒3に対して保持することにより、安定してレンズ保持部材2を保持することができる。また、前記鏡筒受部2a～2c及び鏡筒嵌合部2d～2fと同位相に応力緩和溝2g～2iがレンズ保持部材2に設けられている。この応力緩和溝2g～2iは、鏡筒3からレンズ部材1へ直接応力を伝えないように、レンズ保持部材2が

曲げ変形可能な構造とするために設けられている。鏡筒3を不図示鏡筒支持台に取付けた際に発生する応力やレンズ鏡筒全体に温度変化を受けた場合にレンズ保持部材2と鏡筒3の材質の違いによる線膨張係数差によって引き起こされる寸法ずれによって発生する応力を応力緩和溝2d～2fによってレンズ部材1に伝わらないような構造となっている。特に、この応力緩和溝2d～2fをレンズ保持部材2に縁切状の溝形状として設けることにより、局部的な応力が与えられないレンズの光軸方向に

10 は、レンズ保持構造として剛性を保つことができ、逆に局部的な応力発生が予想されるレンズ光軸方向に対して直行する方向には、確実に応力緩和し、レンズ部材1に伝えない構造となっている。また、レンズ保持部材2は、レンズの光軸方向に剛性が保てるようになっているため、前記レンズ受部2xの平面度を精度良く加工することが可能になる。

【0026】最後に、本発明の実施の形態にかかるレンズ保持装置を投影露光装置に用いた例を示す。図7は、本発明の実施の形態にかかるレンズ保持装置を組み込ん

20 だ投影露光装置の構成概略を示す図である。レチクル72上に形成された所定パターンをウエハ75上に投影露光する装置である。図7において、露光用光源71から射出された光束は、レチクルステージ73上に保持されたレチクル72を照明する。レチクル72を透過した光は、投影光学系74によって、ウエハステージ76上に載置されたウエハ75に達し、レチクル72のパターンが露光領域に投影露光される。

【0027】この投影露光装置の投影光学系74内に前記レンズ保持装置を使用する。通常投影露光装置に使用される投影光学系では、数十枚のレンズ部材がレンズ鏡筒内に構成されている。その数十枚のレンズ部材を保持するレンズ保持部材を上記レンズ保持構造とすることにより、レンズ部材の自重変形量を押さえることが可能なレンズ保持部材を用いて、鏡筒に過大な応力が印加されてもレンズに与える応力を最小限に押さえることができ、高精度の光学性能が長期に亘って維持することができるレンズ保持装置が組み込まれた投影露光装置を提供することができる。

【0028】(第2の実施例)本発明の第2実施例を図40 3および図4を用いて説明する。

【0029】図3および図4は、第2の実施例の特徴を最も良く表すレンズ保持装置の断面図および平面図である。本実施例において、レンズ部材1をレンズ保持部材2に保持する構造及びレンズ保持部材2を鏡筒3に保持する構造は、実施例1と同様である。ここで、実施例1との相違点について説明する。本第2の実施例においては、レンズ保持部材2において、鏡筒嵌合部2dがレンズ保持部材2の全周に構成されている。また、応力緩和溝となる縁切状の溝が、外周側2j～2l部と内周側2m～2o部と2列配列されている。応力緩和溝を2列配

列することによって、レンズ保持部材2の全周どの位相位置の鏡筒3から応力を受けたとしても、レンズ部材1へ応力を直接伝えることなく緩和できる。そして、レンズ保持部材2の外周全周を鏡筒3に嵌合させるようにすることにより、レンズ保持部材2の加工も容易になる。

【0030】また、本第2の実施例のレンズ保持装置においても第1の実施例と同様に図7に示す投影光学系および投影露光装置に組み込むことができる。

【0031】(第3の実施例) 本発明の第3実施例を図5および図6を用いて説明する。

【0032】図5および図6は、第3の実施例の特徴を最も良く表すレンズ保持装置の断面図および平面図である。本実施例において、レンズ部材1をレンズ保持部材2に保持する構造及びレンズ保持部材2を鏡筒3に保持する構造は、実施例1と同様である。本第3の実施例においては、実施例2と同様に応力緩和溝となる縁切状の溝が2列配列されている。実施例2との相違点は、外周側の溝2q部と内周側の溝2p部共にレンズ保持部材2の全周に切られしており、外周側の溝2q部は、断面図5で見て、レンズ保持部材2の下側から、内周側の溝2p部は、レンズ保持部材2の上側から切られている。応力緩和溝を2列配列することによって、レンズ保持部材2の全周どの位置の鏡筒3から応力を受けたとしても、レンズ部材1へ応力を直接伝えることなく全周同様の剛性にて緩和できる。そして、レンズ保持部材2の外周全周を鏡筒3に嵌合させ、縁切状の溝も全周切られた形状にすることにより、レンズ保持部材2の加工も更に容易になる。

【0033】また、本第3の実施例のレンズ保持装置においても第1の実施例と同様に図7に示す投影光学系および投影露光装置に組み込むことができる。

【0034】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、レンズ部材をレンズ保持部材にレンズ保持部材を鏡筒に保持するレンズ保持装置において、レンズ部材の自重変形を押えることのできるレンズ保持部材にレンズ部材を保持するレンズ受部と鏡筒に保持される鏡筒保持部との間に空間を形成し、鏡筒からレンズ部材方向に加えられる応力に対して、レンズ保持部材のレンズ受部と鏡筒保持部間に設けられた空間にて応力を緩和することにより、鏡筒に過大な応力が印加されたり、鏡筒と鏡筒内部のレンズ保持部材との間で発生する応力に対して、レンズ部材に与える応力を最小限に押えることができ、高精度の光学性能が長期に亘って維持することのできるレンズ保持装置を提供することができる。さらには、前記長期に亘って高精度な光学性能を維持することのできるレンズ保持装置が組み込まれた投影露光装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の第1の実施例を示すレンズ保持装置の断面図

【図2】 本発明の第1の実施例を示すレンズ保持装置の平面図

【図3】 本発明の第2の実施例を示すレンズ保持装置の断面図

【図4】 本発明の第2の実施例を示すレンズ保持装置の平面図

10 【図5】 本発明の第3の実施例を示すレンズ保持装置の断面図

【図6】 本発明の第3の実施例を示すレンズ保持装置の平面図

【図7】 本発明の第1及び第2、3の実施例にかかるレンズ保持装置を用いた投影露光装置における投影光学系のレンズ保持構成の詳細を示す図

【図8】 従来の鏡筒支持機構を示す図

【図9】 従来のレンズ保持構造を示す図

【符号の説明】

20 1 レンズ部材

2 レンズ保持部材

2a～2c 鏡筒受部

2d～2f 鏡筒嵌合部

2g～2q 応力緩和溝(縁切状の溝)

2x レンズ受部

3 鏡筒

3a 受部

3b 内径部

4 充填剤又は接着剤

30 7 1 露光用光源

7 2 レチクル

7 3 レチクルステージ

7 4 投影光学系

7 5 ウエハ

7 6 ウエハステージ

8 1 鏡筒

8 2 鏡筒支持台

8 3 リングアダプター

8 3a 鏡筒が貫通する貫通孔

40 8 3b 鏡筒に対して取付けられるための雌ねじ

8 3c 鏡筒支持台に対して取付けるための貫通孔

9 1 鏡筒なるレンズ保持部材

9 2 外周リング部

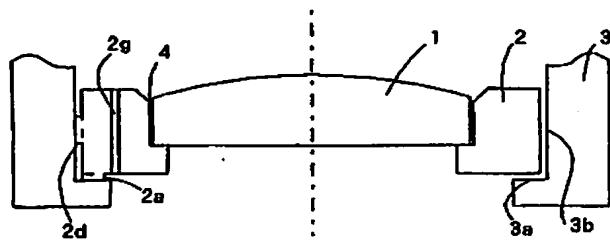
9 3 内周リング部

9 4 薄肉部

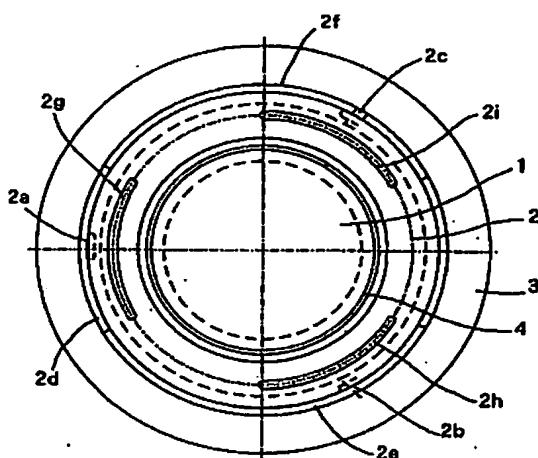
9 5 溝部

9 6 連結穴

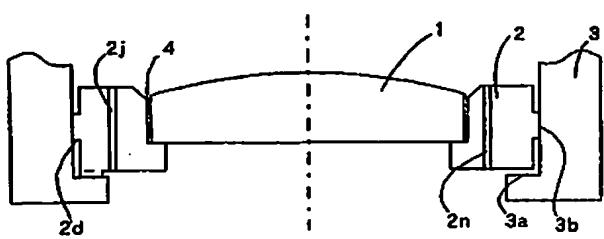
【図1】



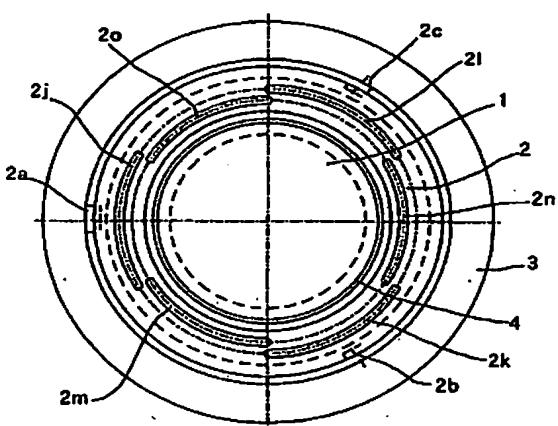
【図2】



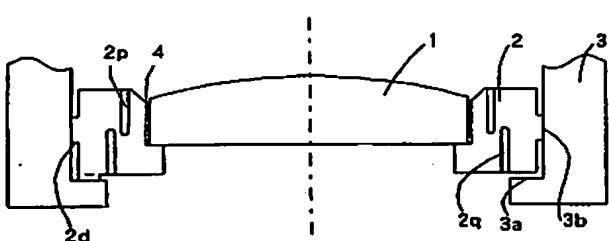
【図3】



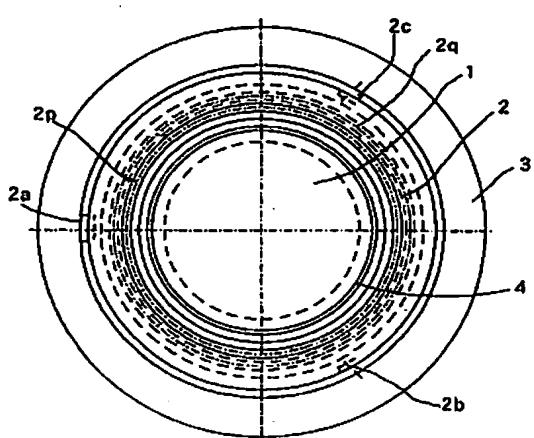
【図4】



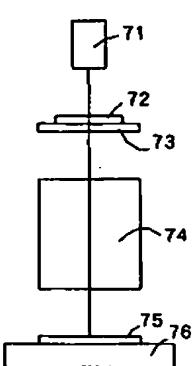
【図5】



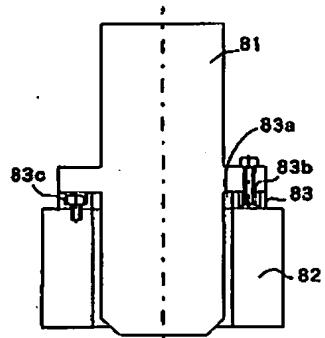
【図6】



【図7】



【図8】



【図9】

